

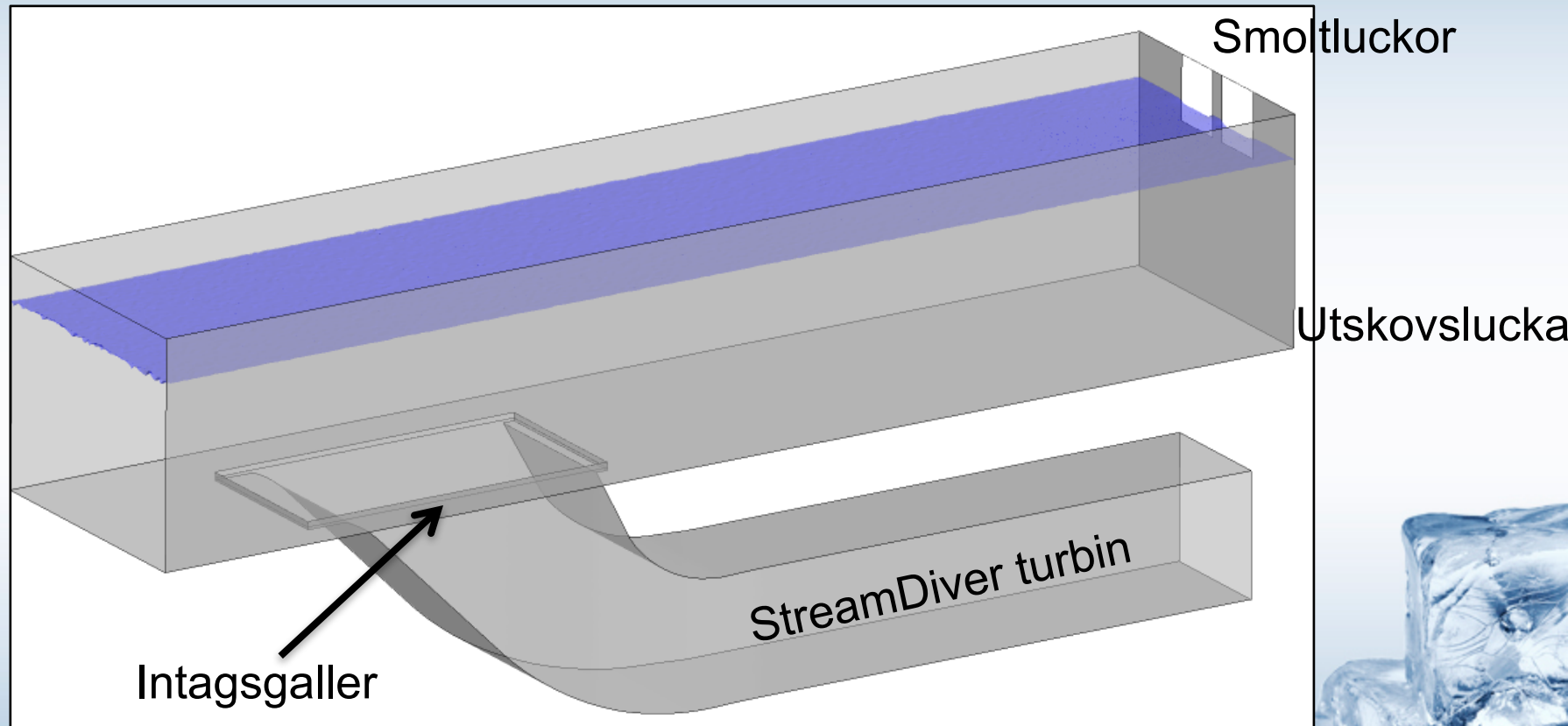
Strömningsbaserad analys av utformning på ålanpassade intagsgaller för kraftverk med vertikala turbinintag

Anders Andersson, Gunnar Hellström, Staffan Lundström
Avdelningen för strömningslära och experimentell mekanik
Luleå tekniska universitet, Luleå

Kjell Leonardsson
Institutionen för vilt, fisk och miljö
Sveriges lantbruksuniversitet, Umeå



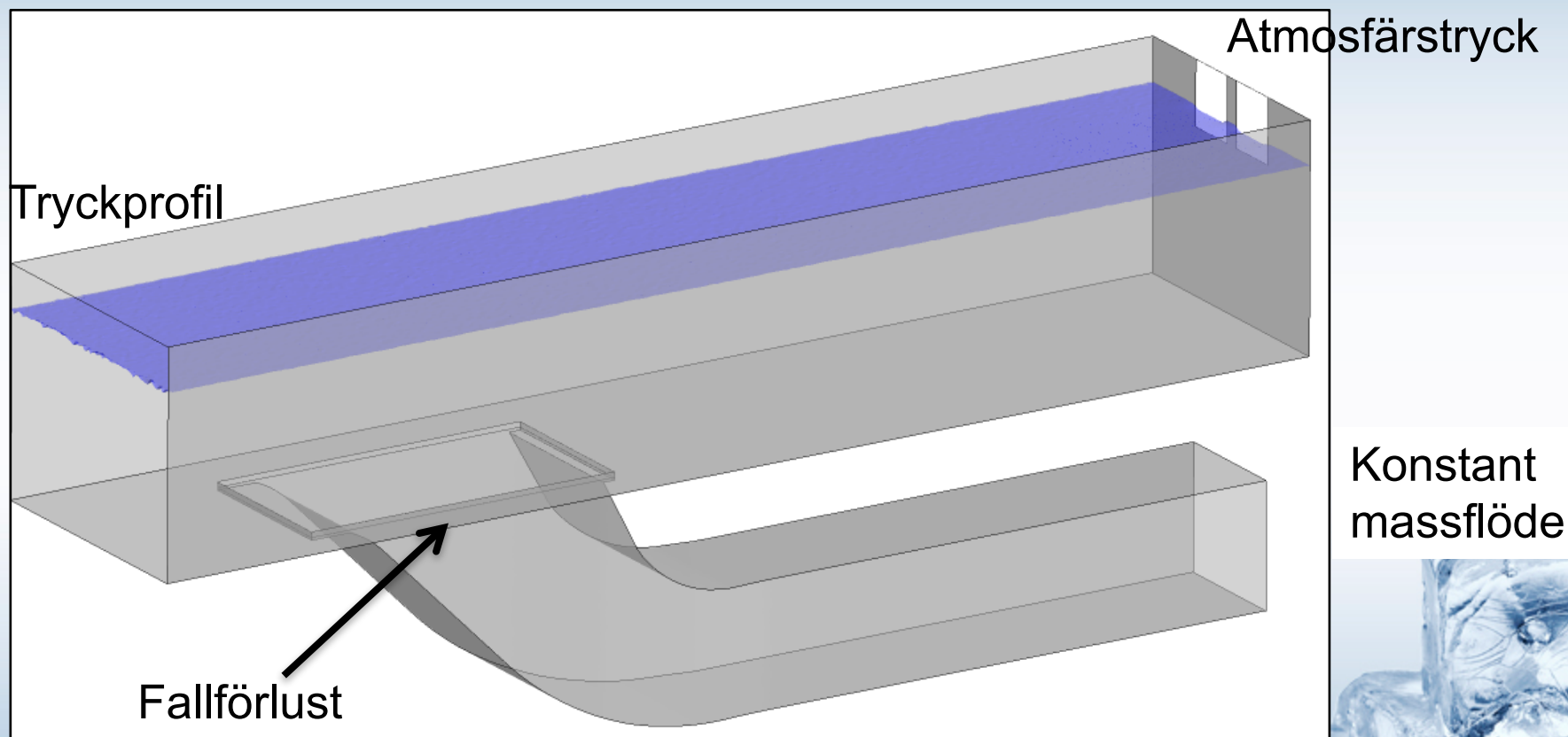
Bruksfors – Småskalig vattenkraft



Totalflöde 6.2 m³/s
Fallhöjd 4.7 m

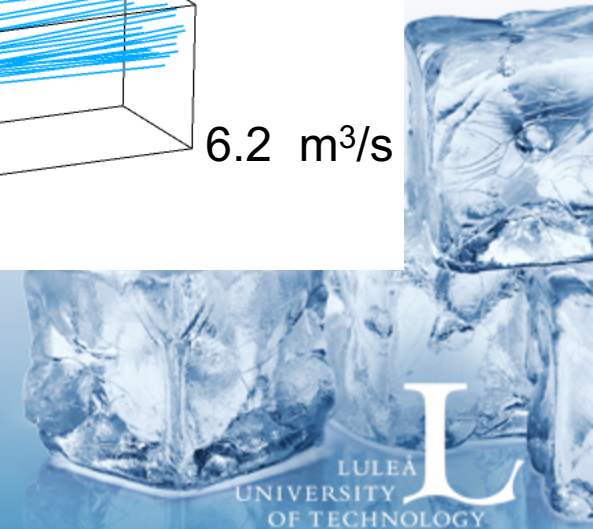
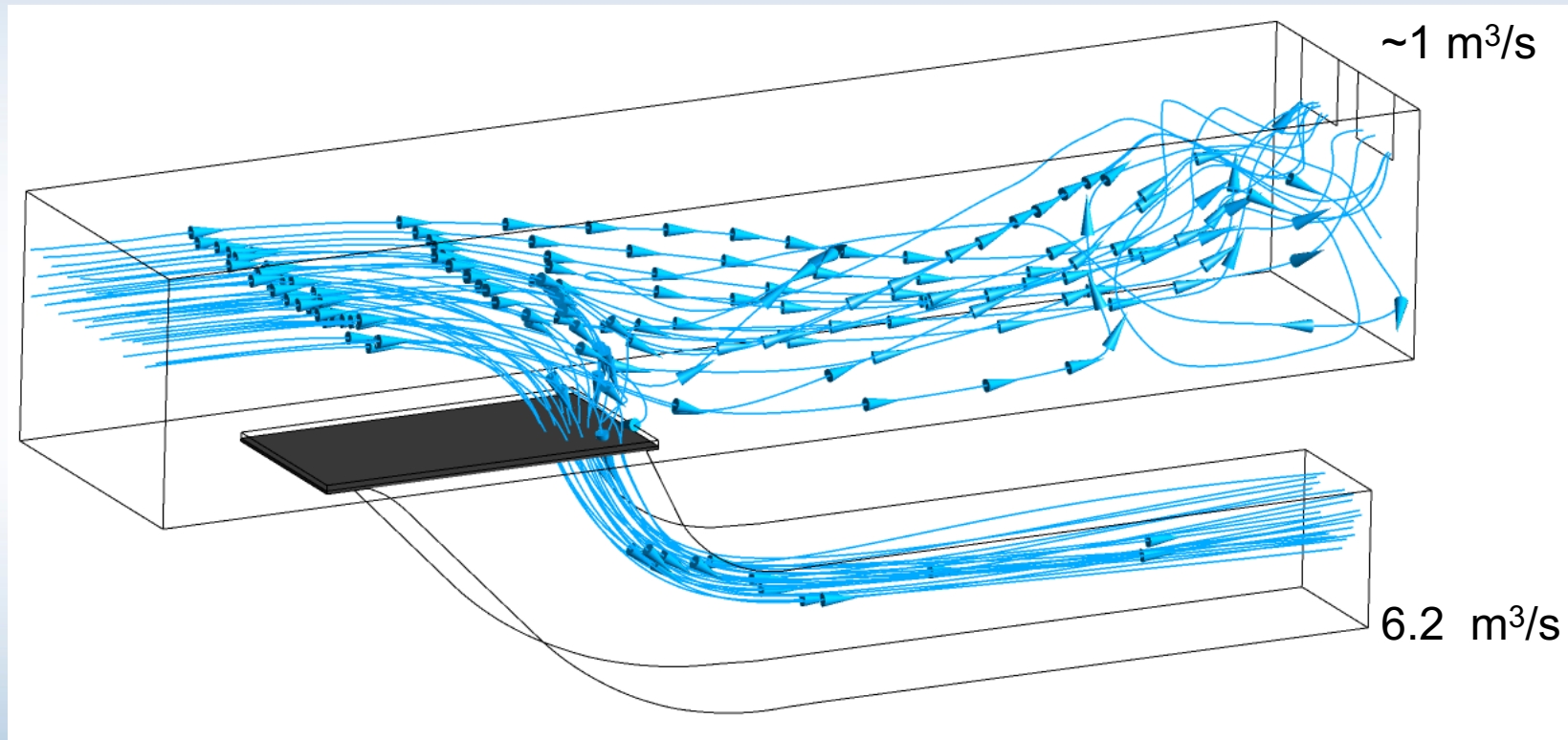


Bruksfors – Randvillkor

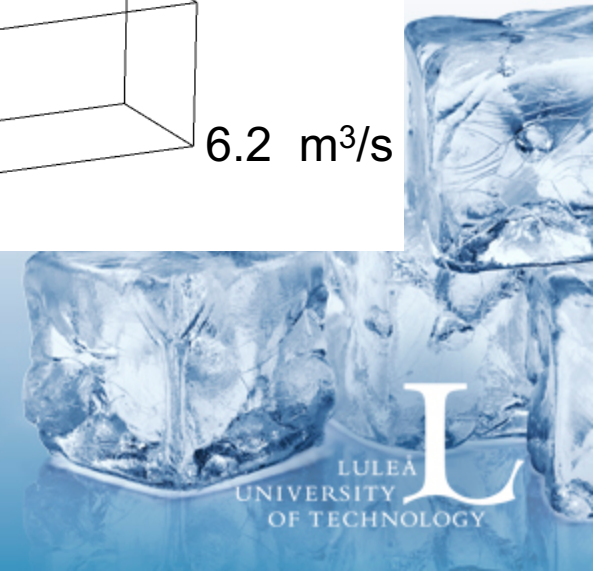
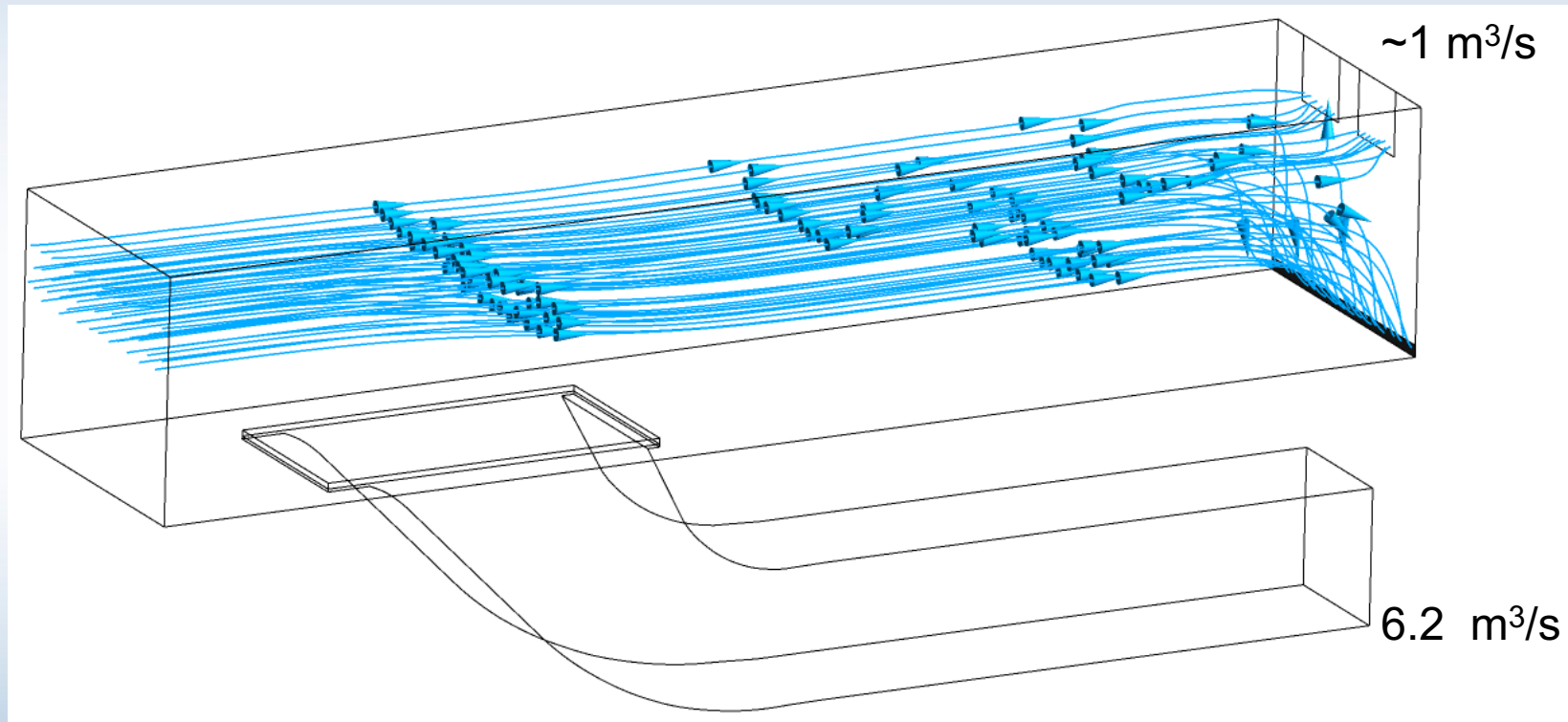


Ansys CFX16
Standard $k-\epsilon$, steady-state
Ostrukturerat beräkningsnät ~3.8M noder (~22M element)

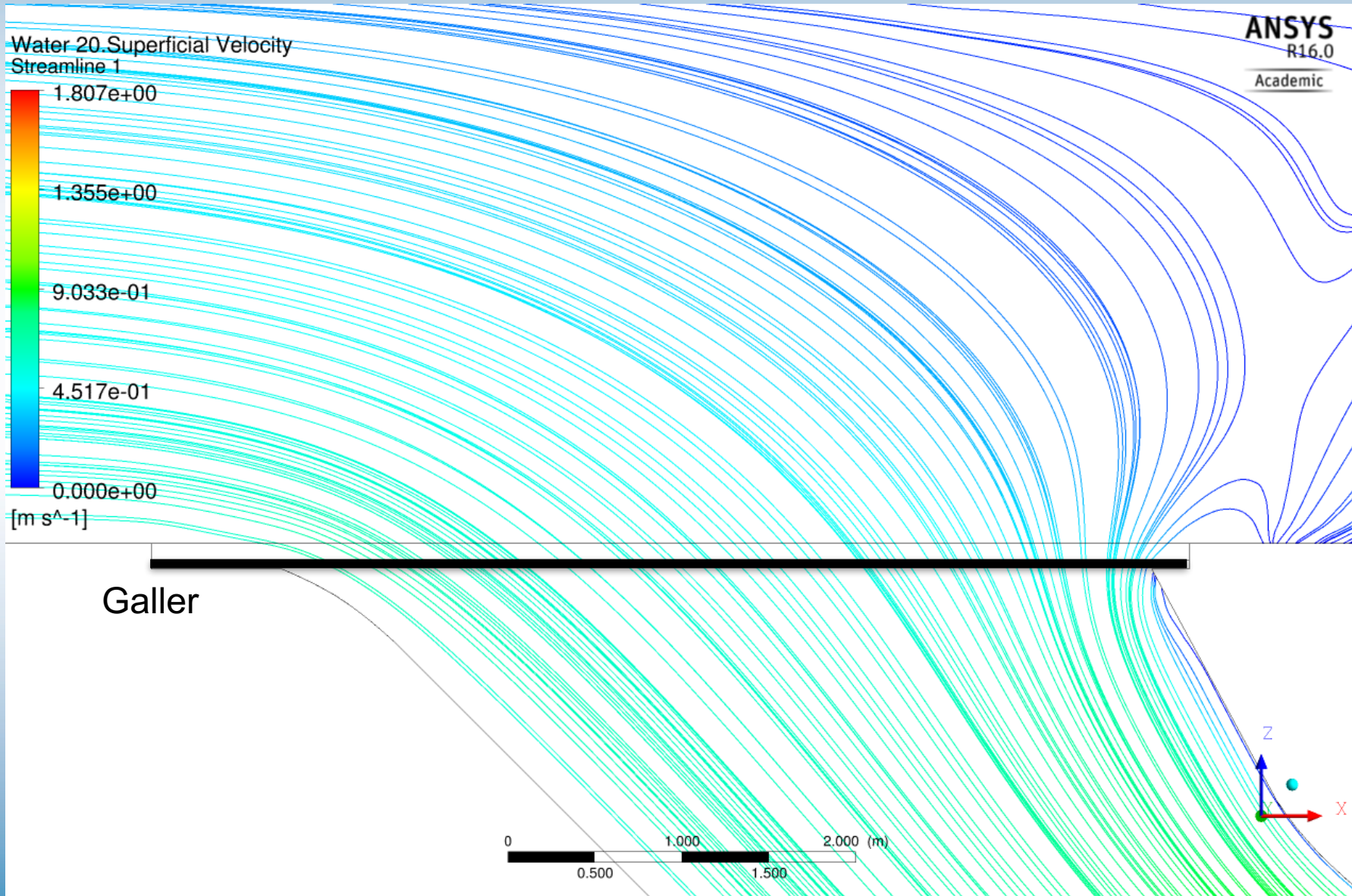
Smoltvandring: Strömlinjer 0-1m djup



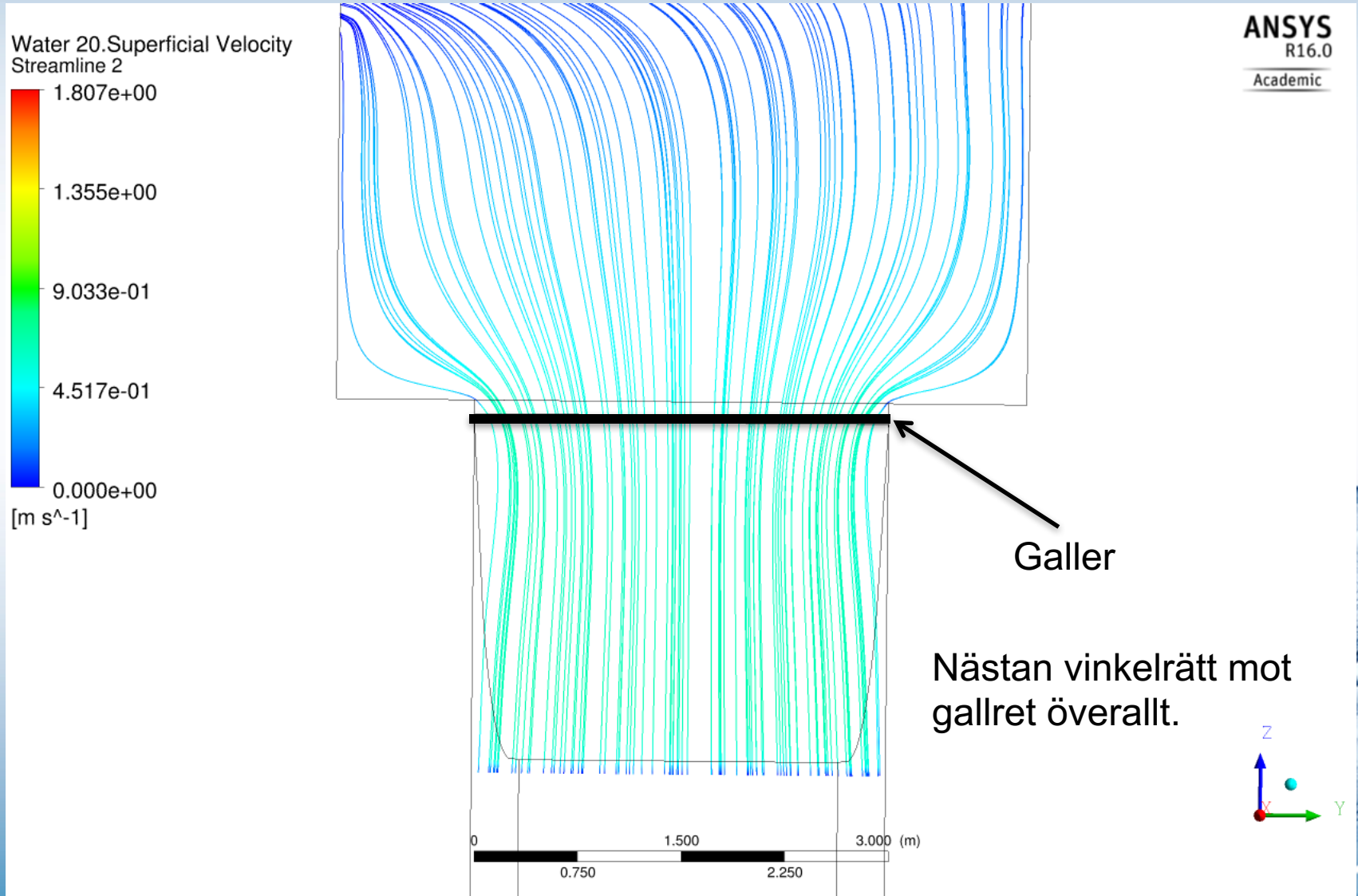
Smoltvandring: Strömlinjer 0-1m djup vid spill



Strömmlinjer centrumplan

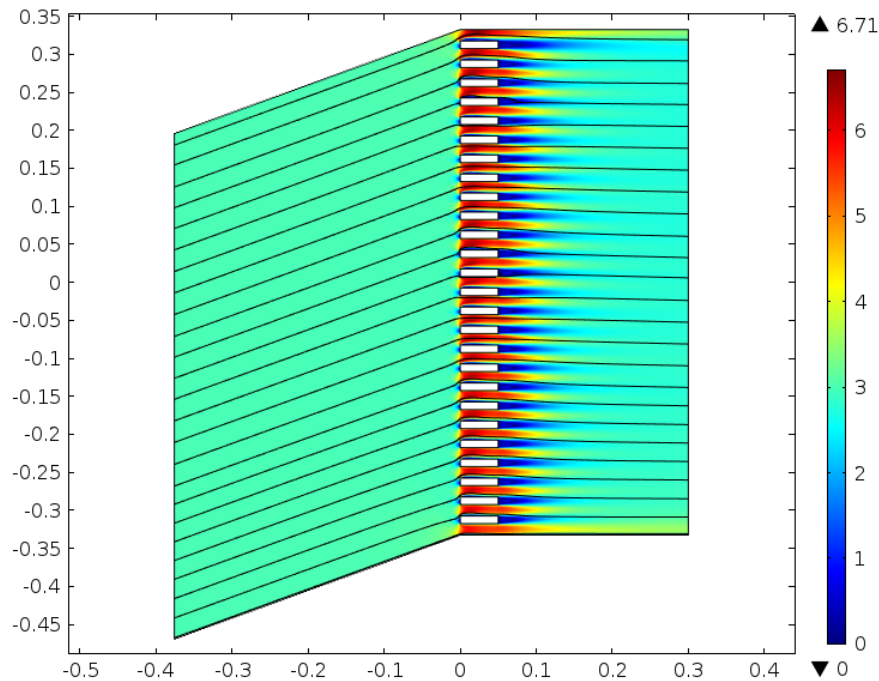


Strömlinjer tvärsnitt vid intag

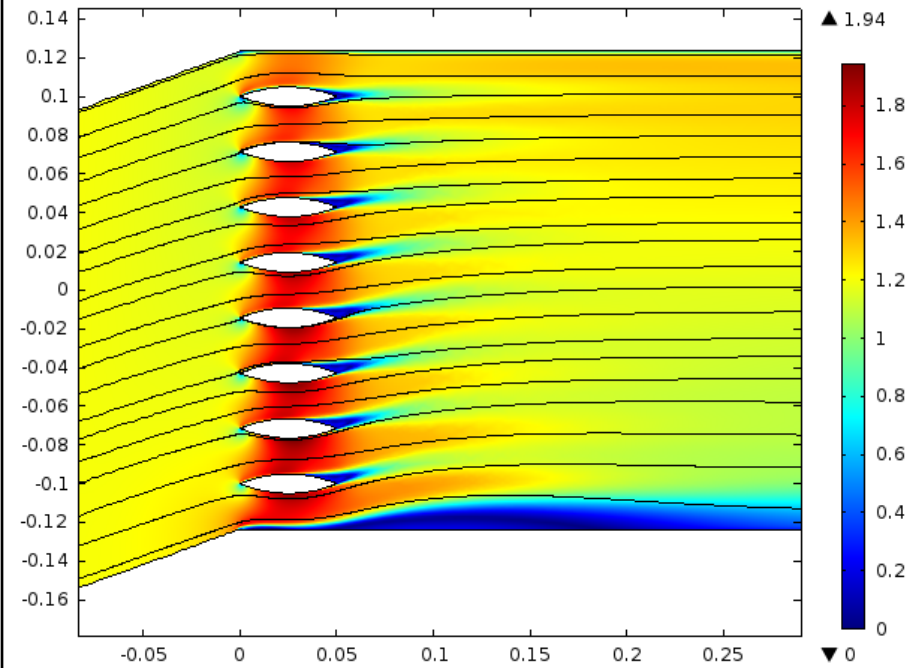


Bruksfors – Intagsgaller

Surface: Velocity magnitude (m/s) Streamline: Velocity field



Surface: Velocity magnitude (m/s) Streamline: Velocity field

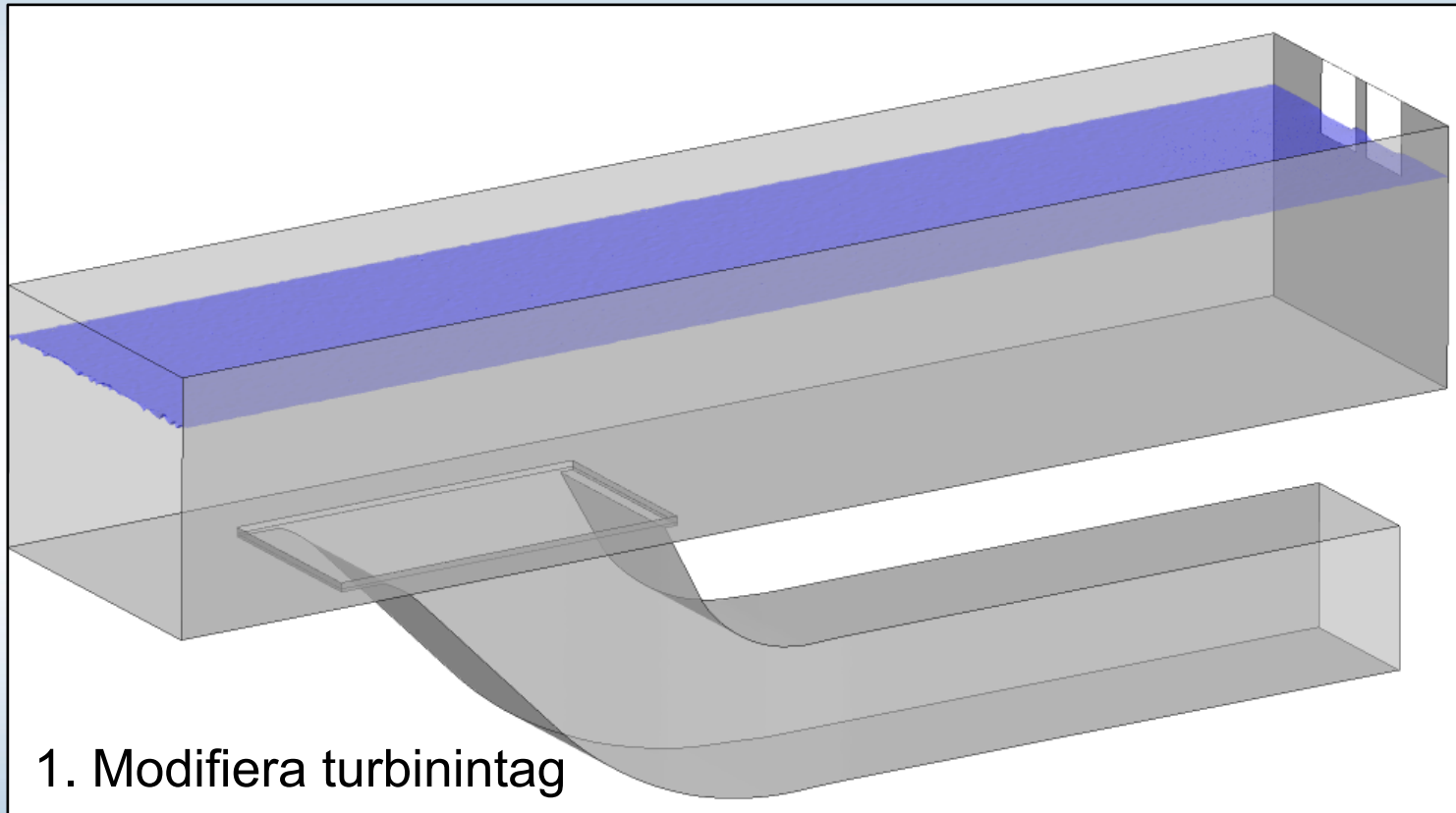


Validerat mot experiment från Idelchik 2008.
Bra överensstämmelse vid små vinklar för alla spaltbredder.
Underskattar tryckfallet vid högre infallsvinklar

Smoltluckor i drift



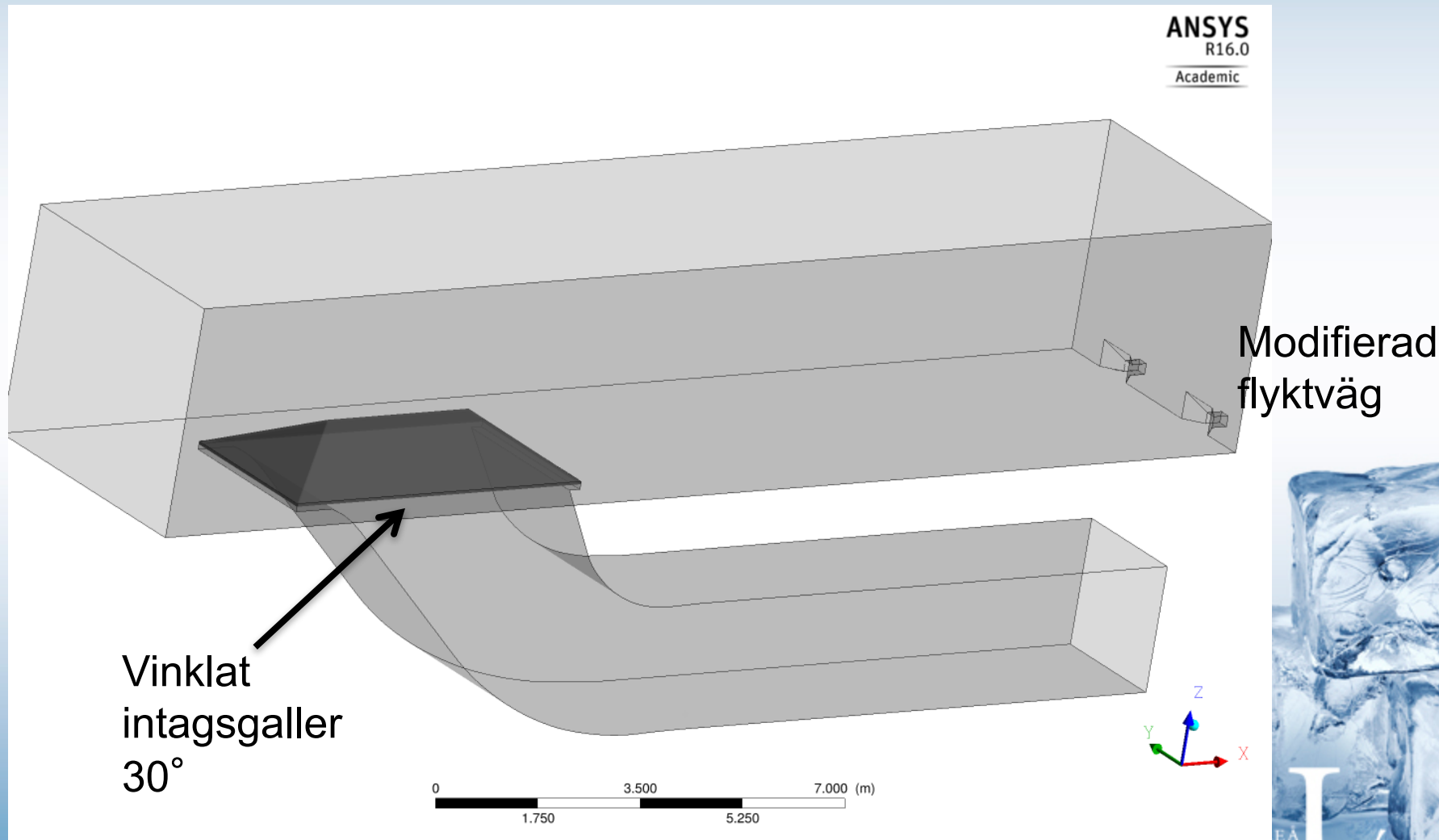
Bruksfors – Modifierad modell



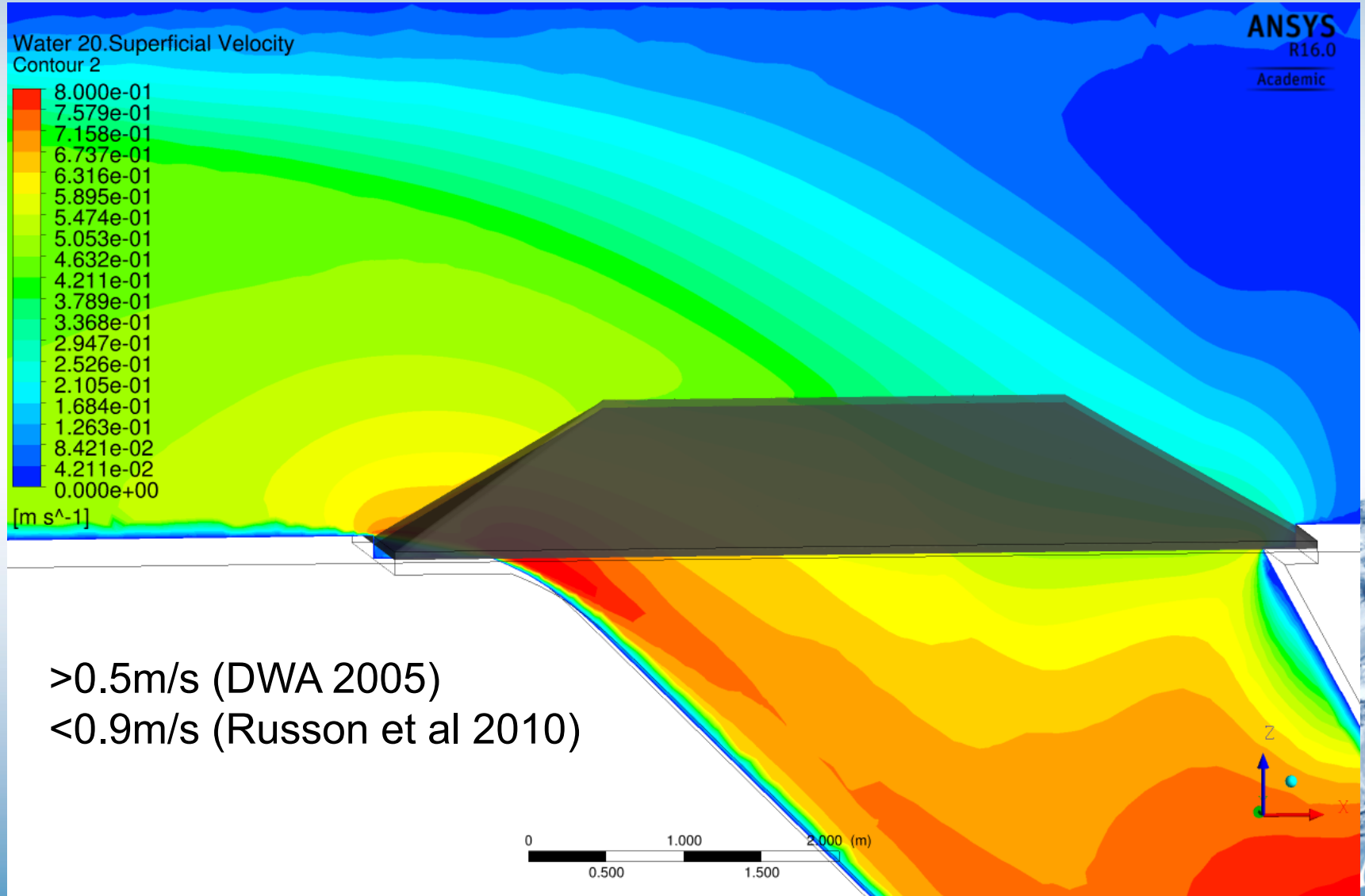
- Galler med låg lutning i förhållande till flödet effektivt för att förhindra fastklämning (Russon et al 2010, Calles et al 2013 m.fl.)
- Bottennära flyktvägar lämpligare (Gosset et al 2005 m.fl.)



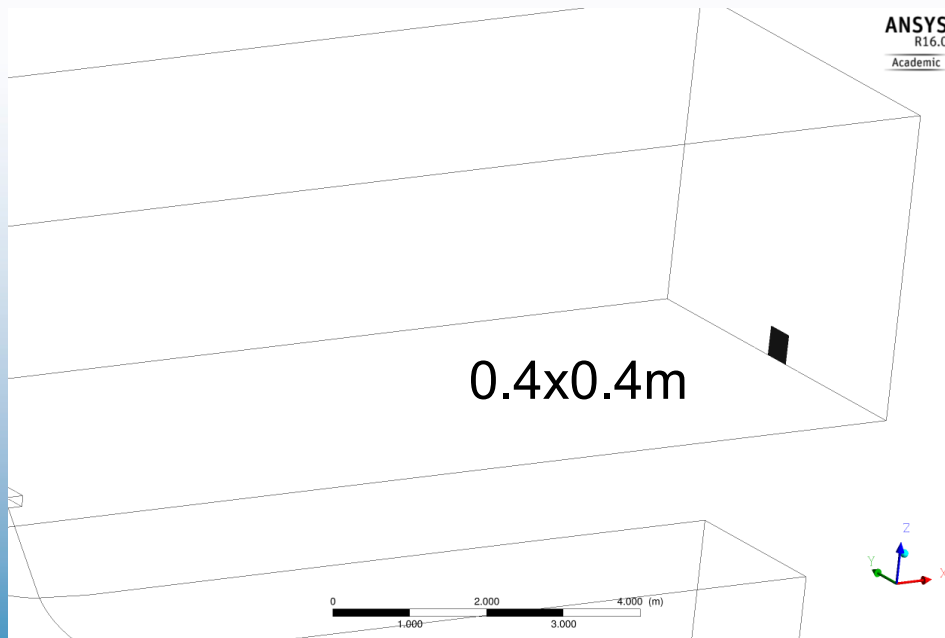
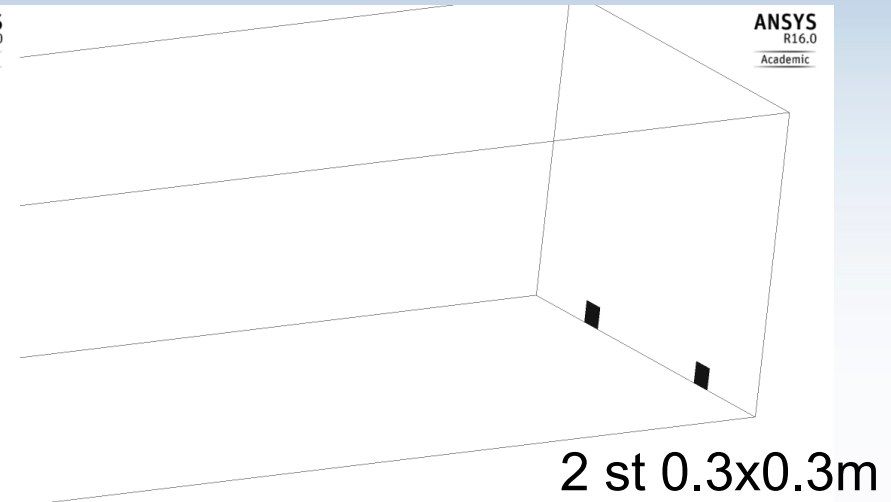
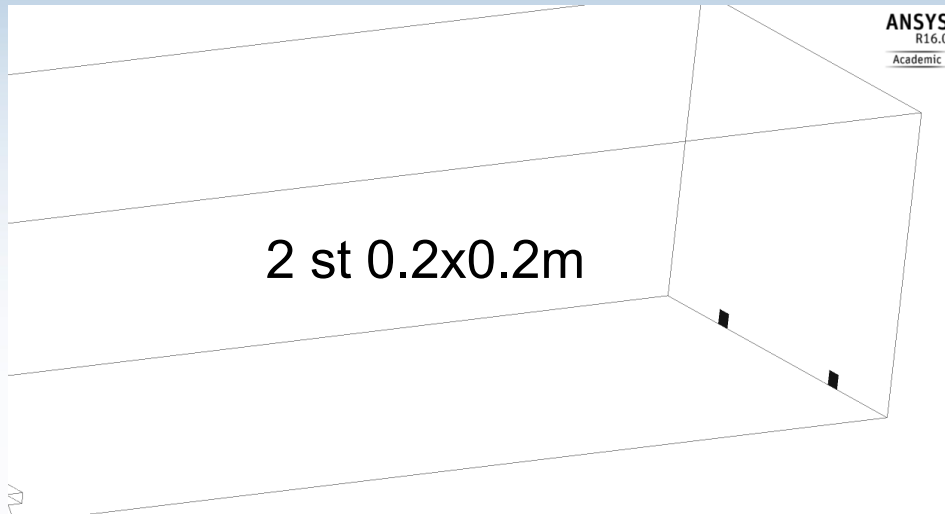
Bruksfors – Modifierad modell



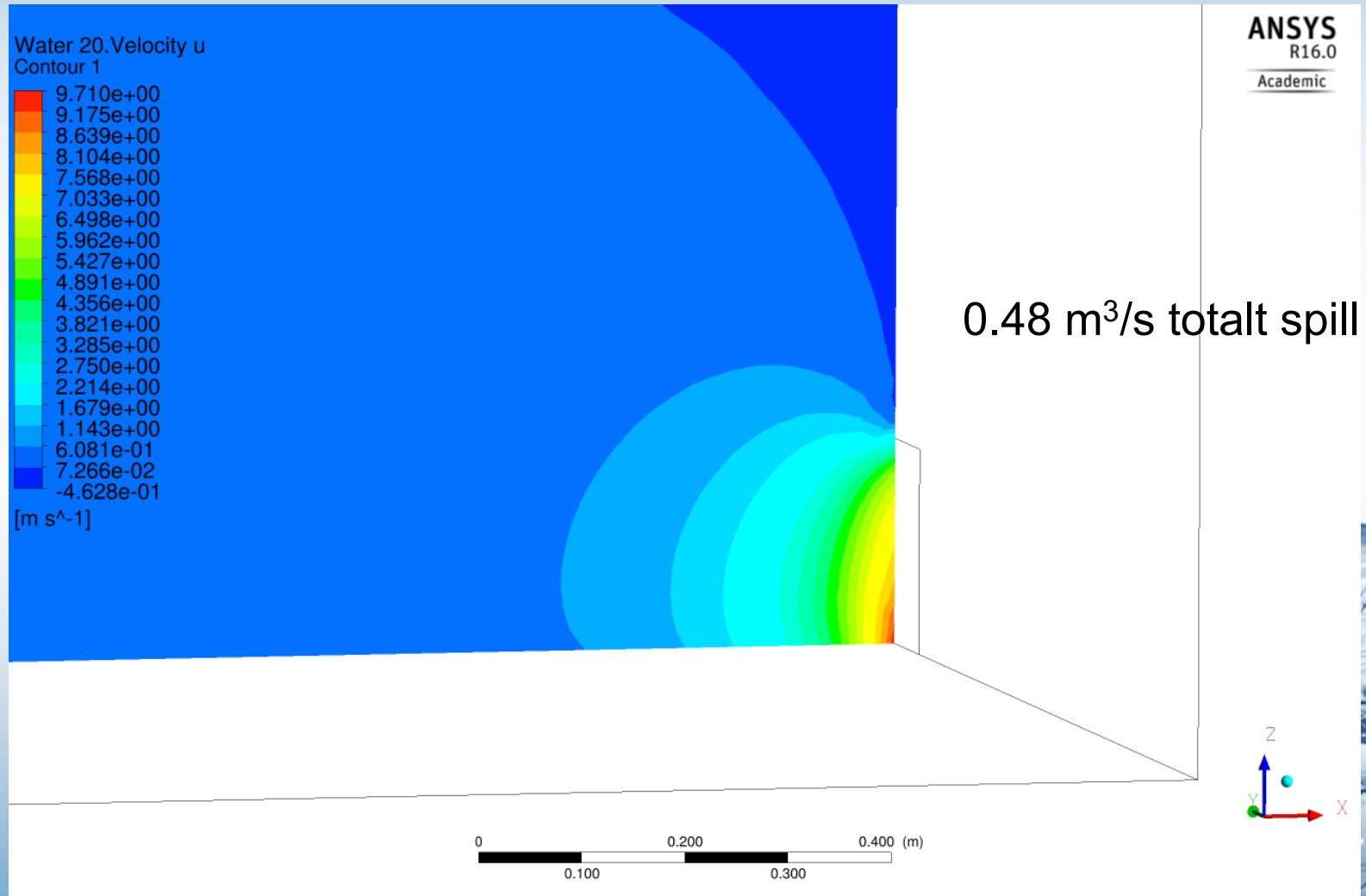
Hastighet centrumpplan



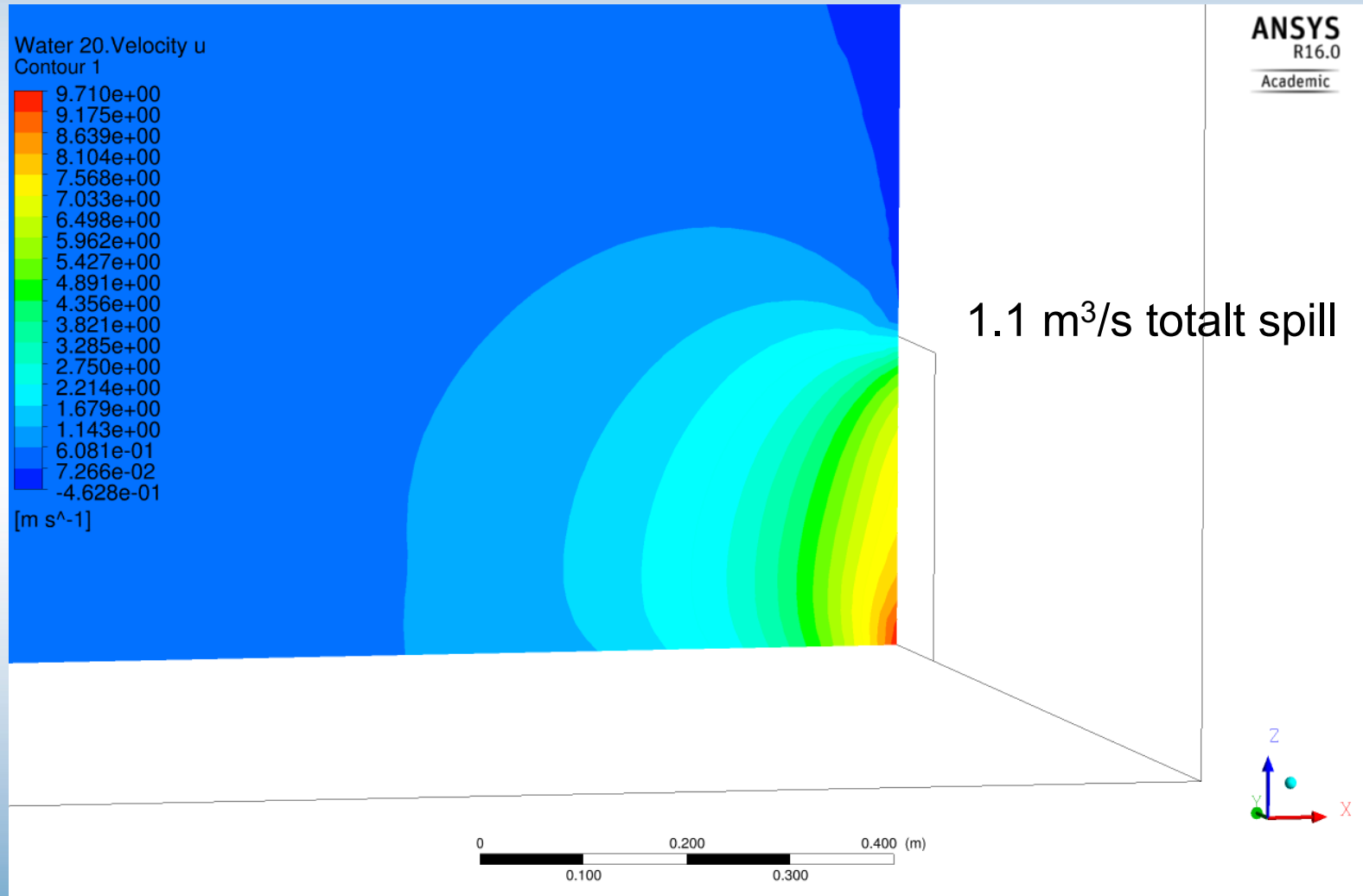
Flyktvägar



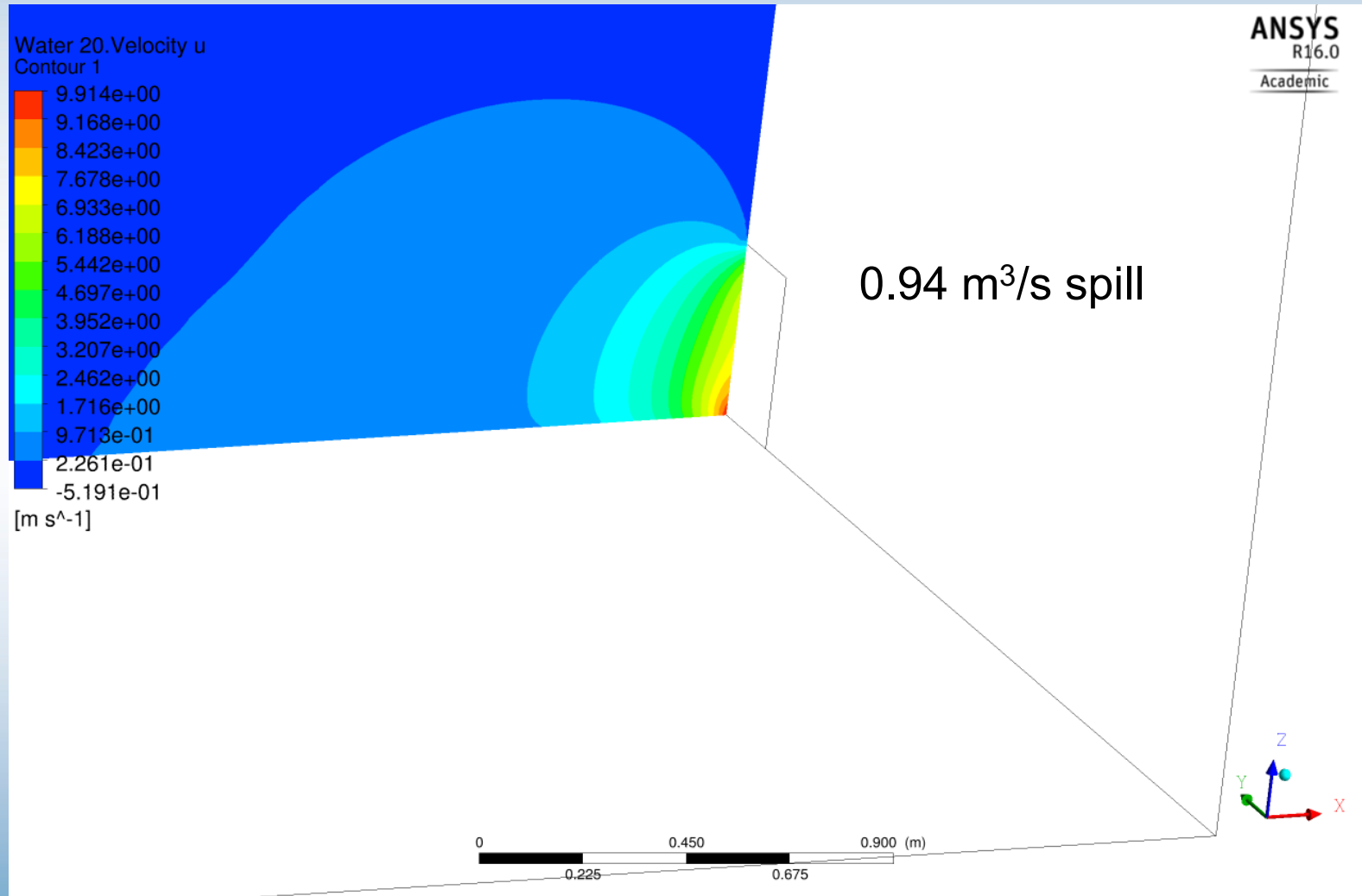
2st 0.2x0.2m bottenluckor



2st 0.3x0.3m bottenluckor

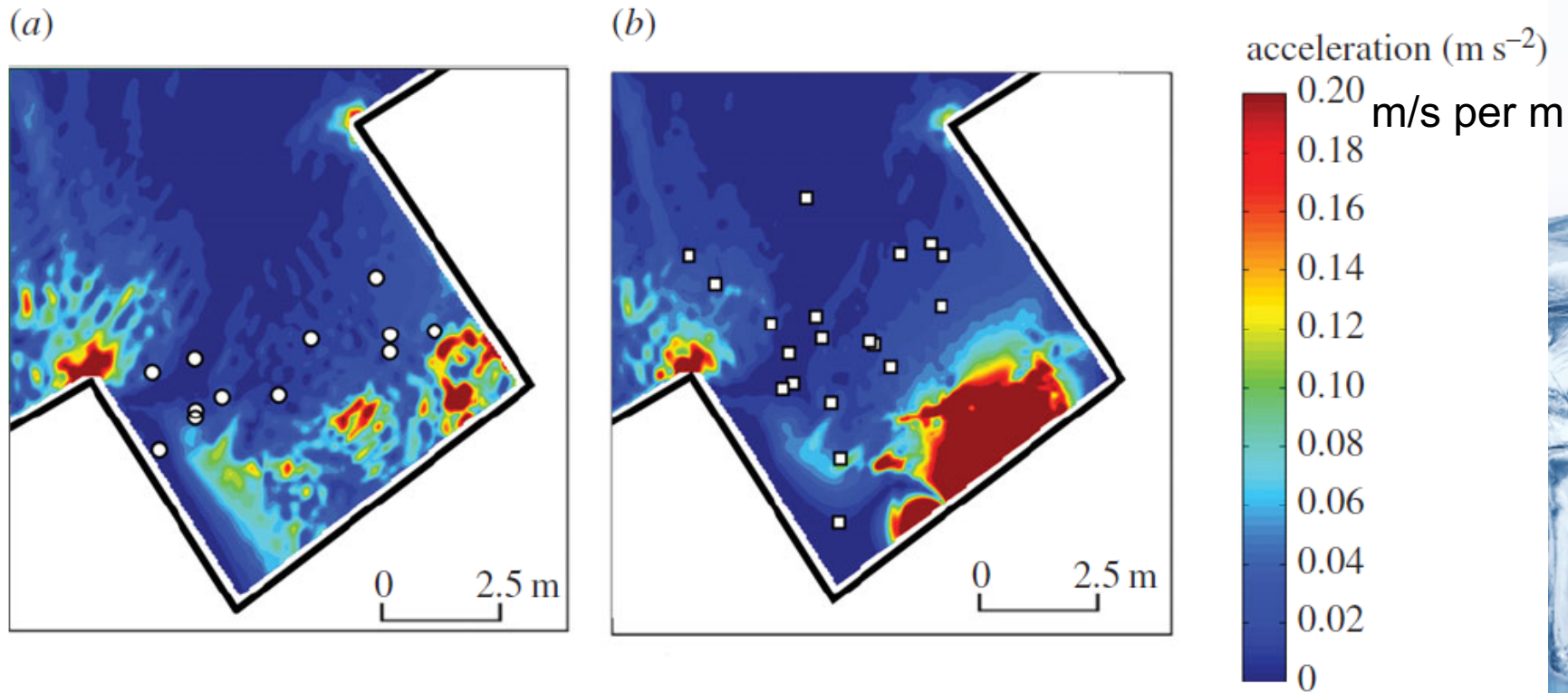


0.4x0.4m bottenlucka

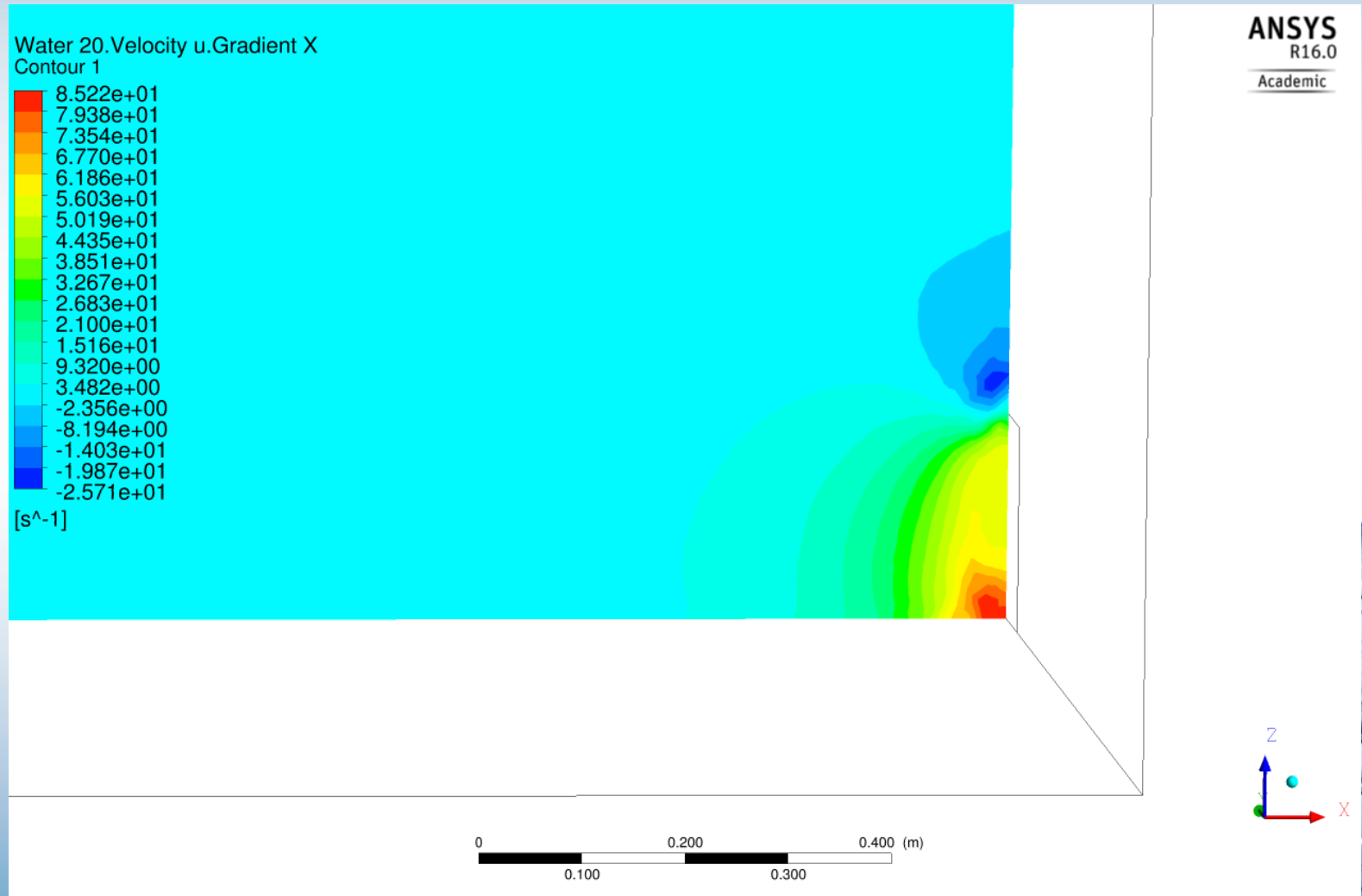


Flödesacceleration vid flyktvägar (gradient)

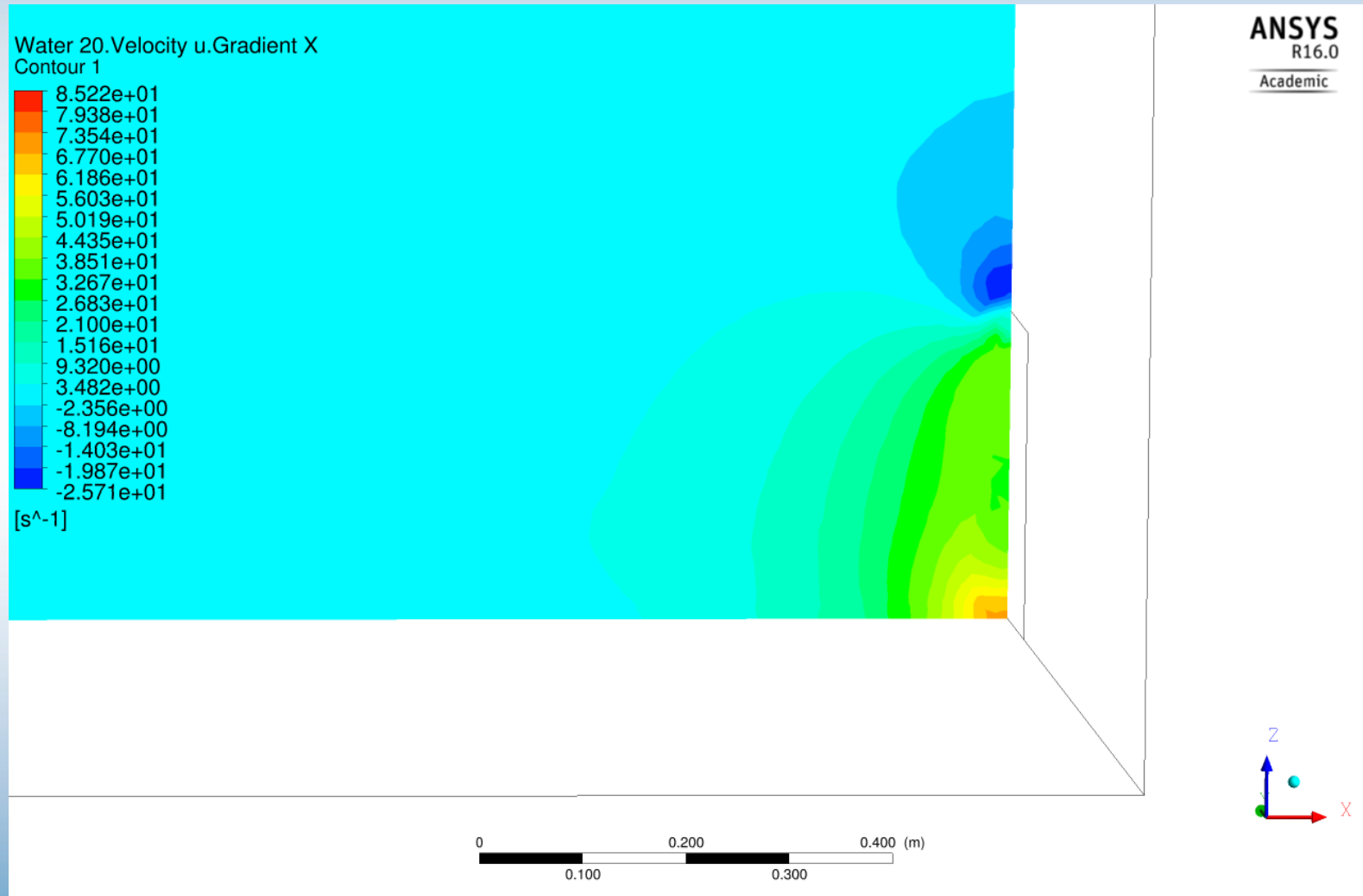
- Nedströms vandrande lax (smolt) reagerar negativt på stora hastighetsökningar/gradienter (Kemp et al 2008, Enders et al 2009)
- Liknande beteende har observerats för ål (Piper et al 2015)



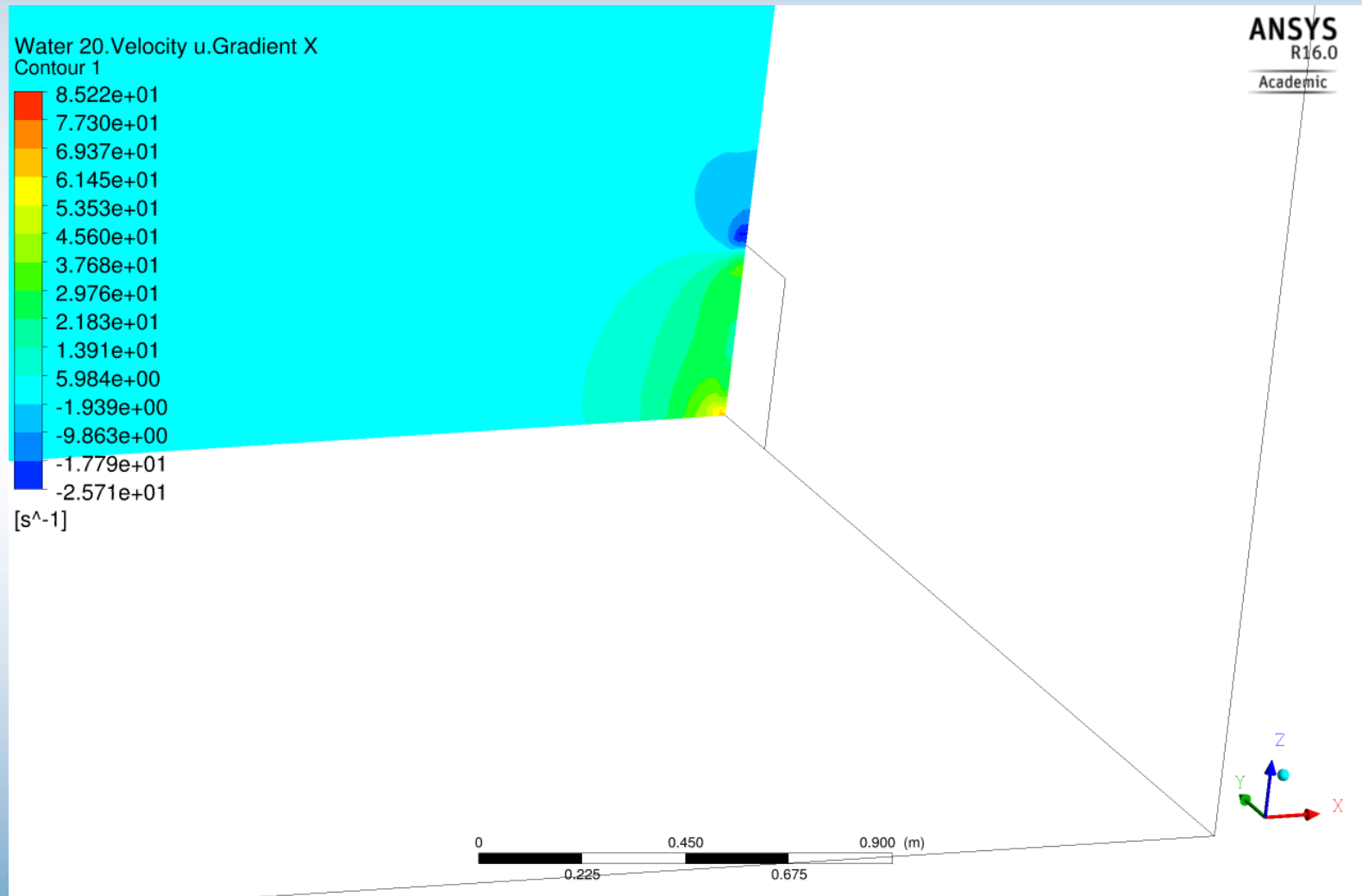
2st 0.2x0.2m bottenluckor



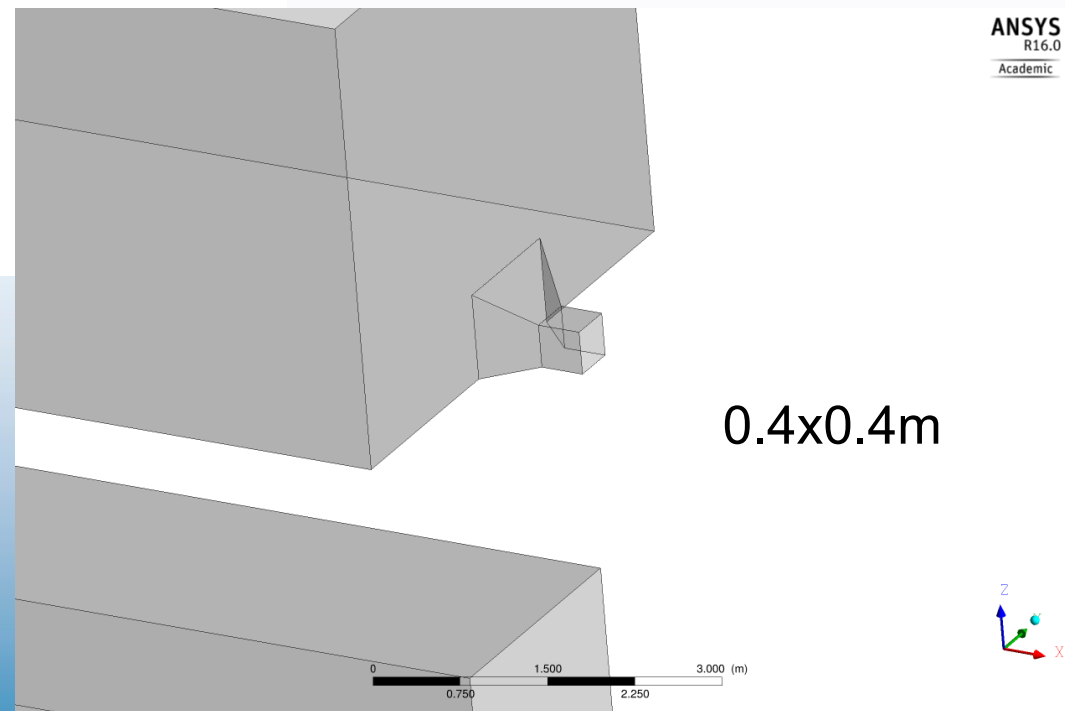
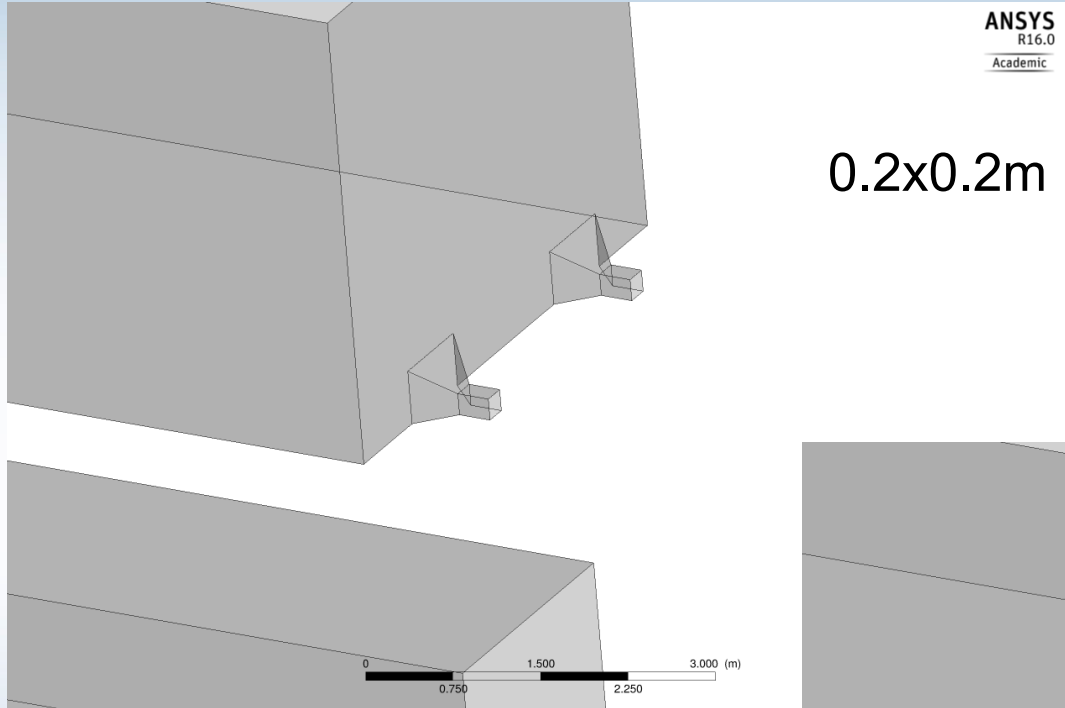
2st 0.3x0.3m bottenluckor



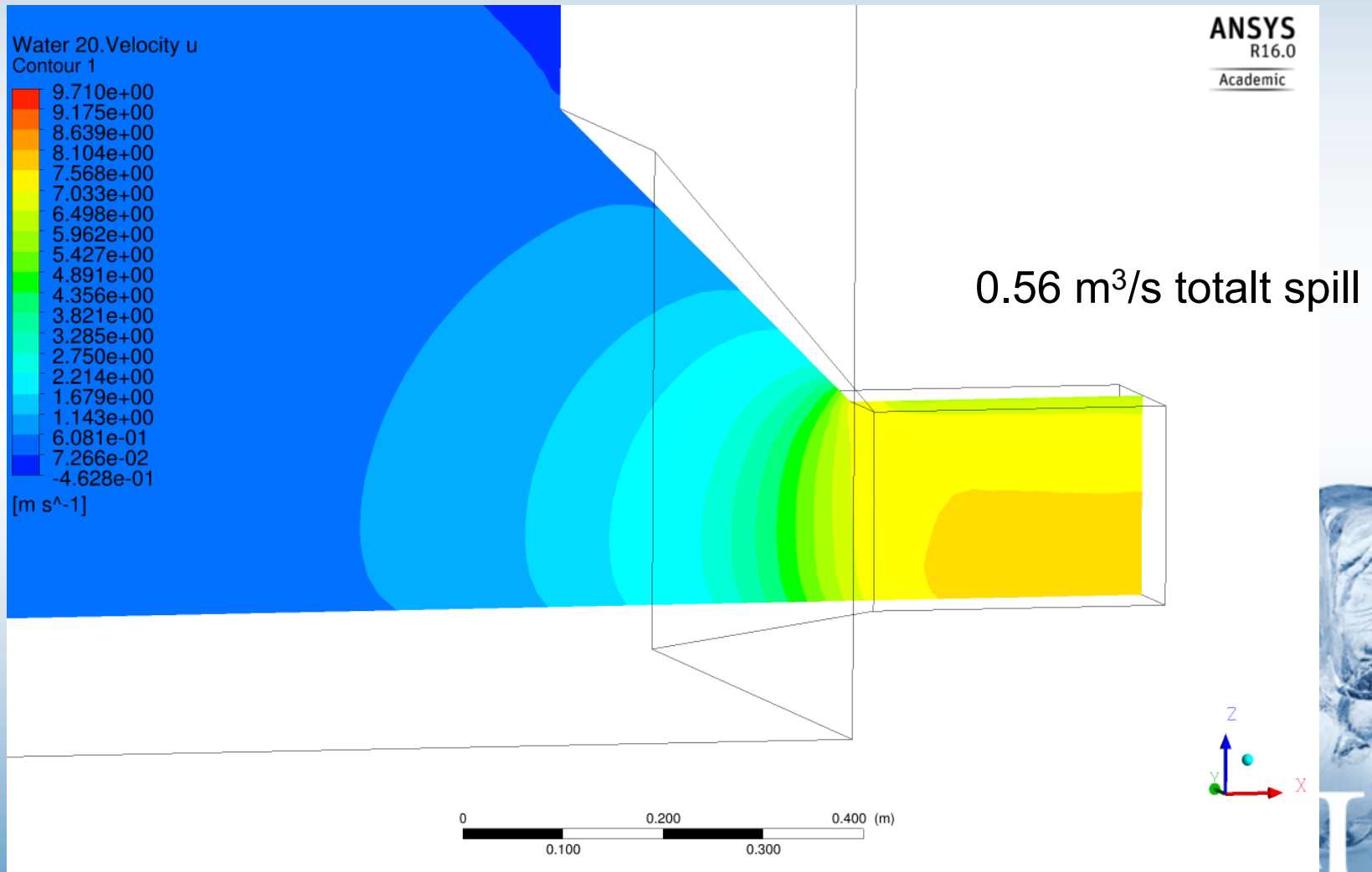
0.4x0.4m bottenlucka



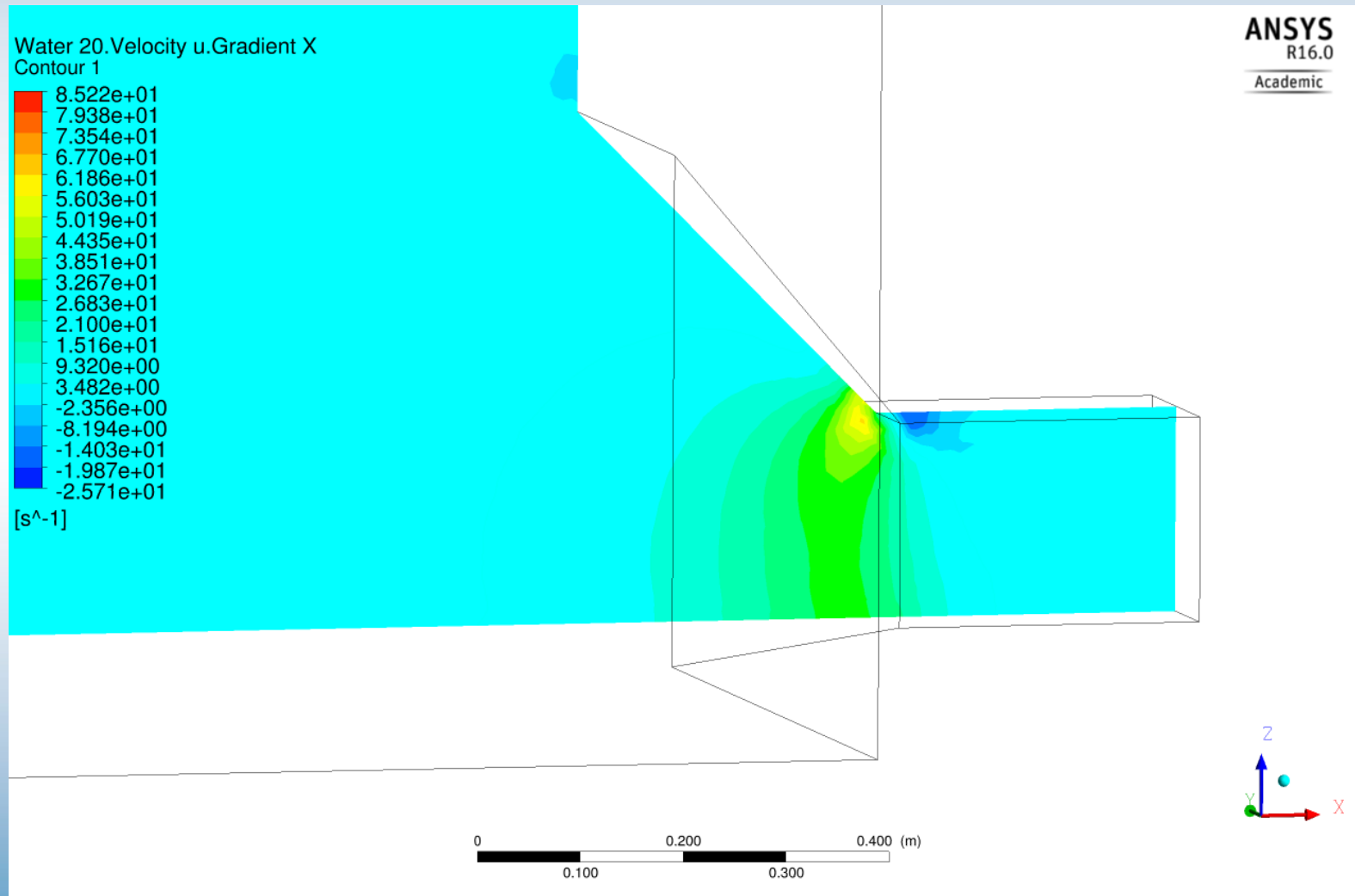
Kontraktion för minskad gradient



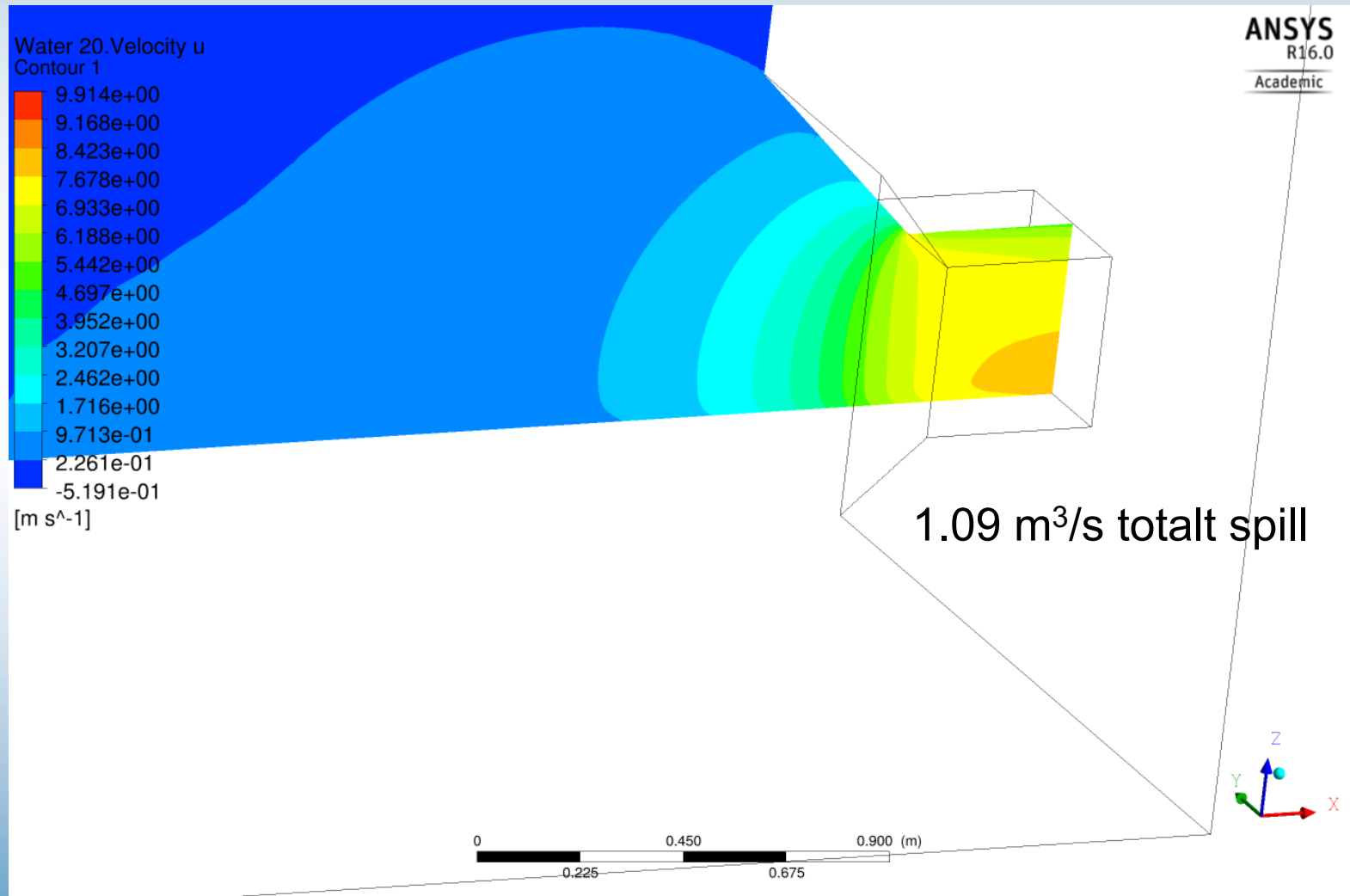
0.2x0.2m bottenluckor med kontraktion



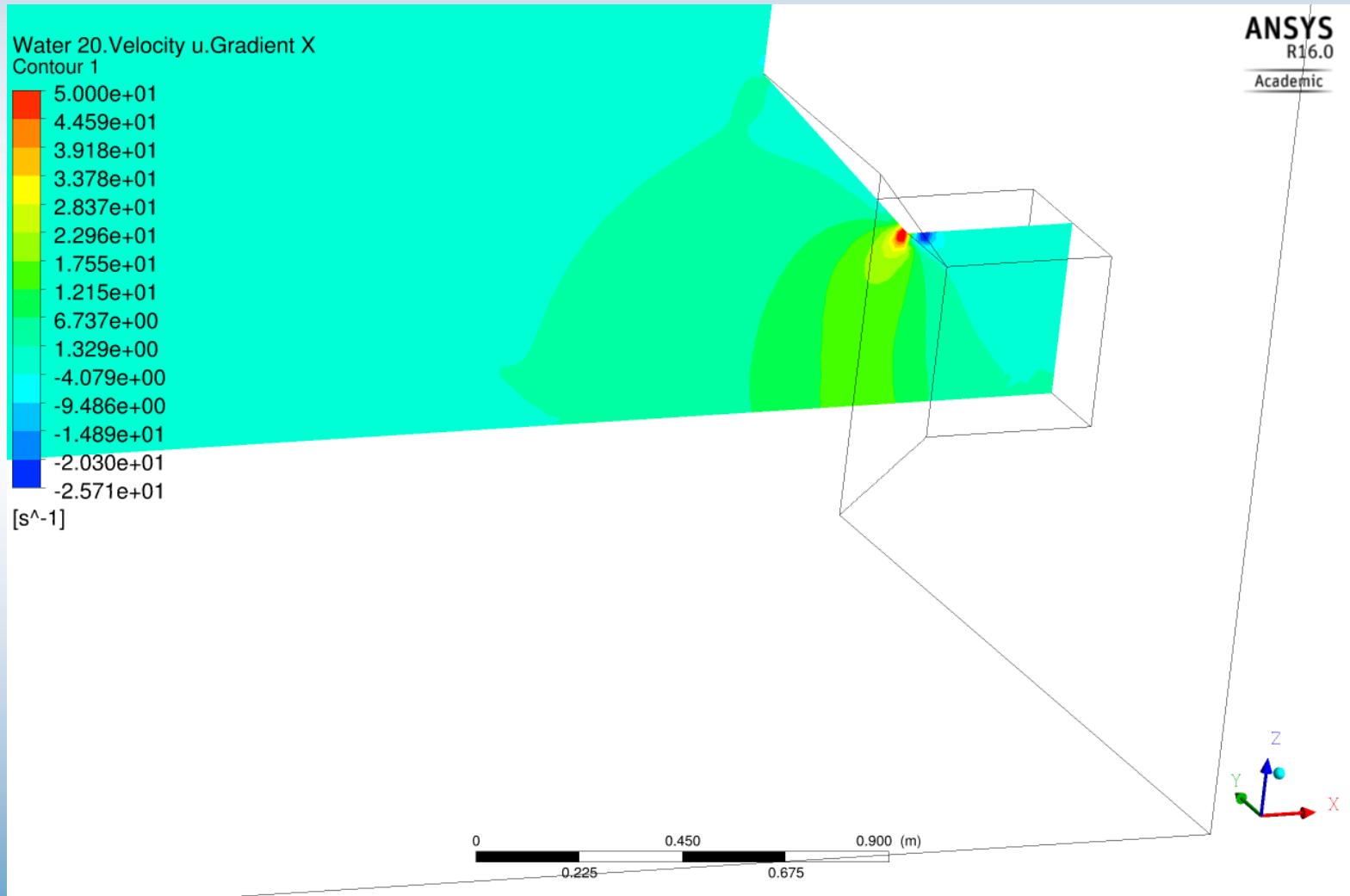
0.2x0.2m bottenluckor med kontraktion



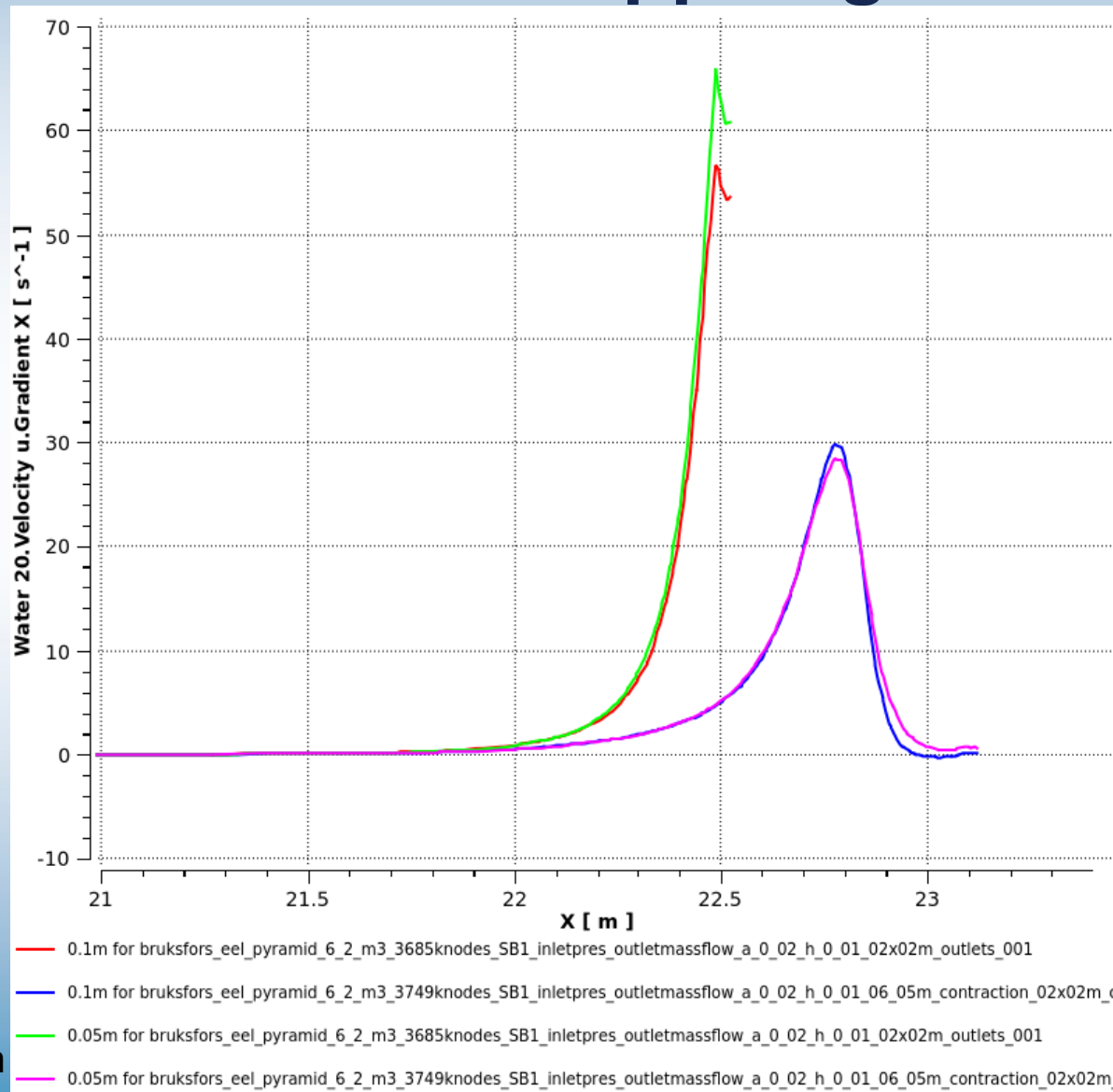
0.4x0.4m bottenlucka med kontraktion



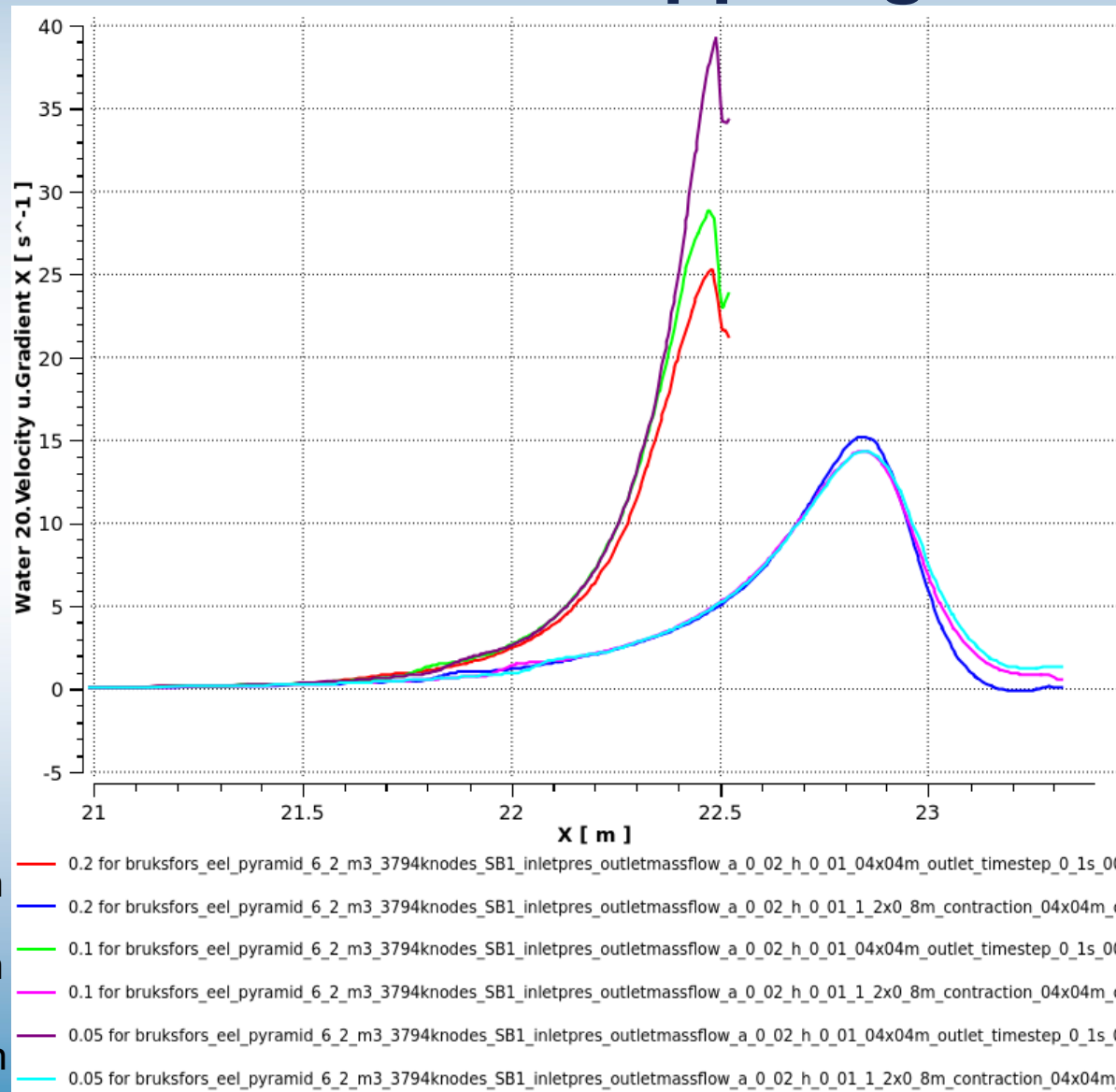
0.4x0.4m bottenlucka med kontraktion



Hastighetsgradient för olika ankomstdjup 0.2x0.2m öppningar



Hastighetsgradient för olika ankomstdjup 0.4x0.4m öppning



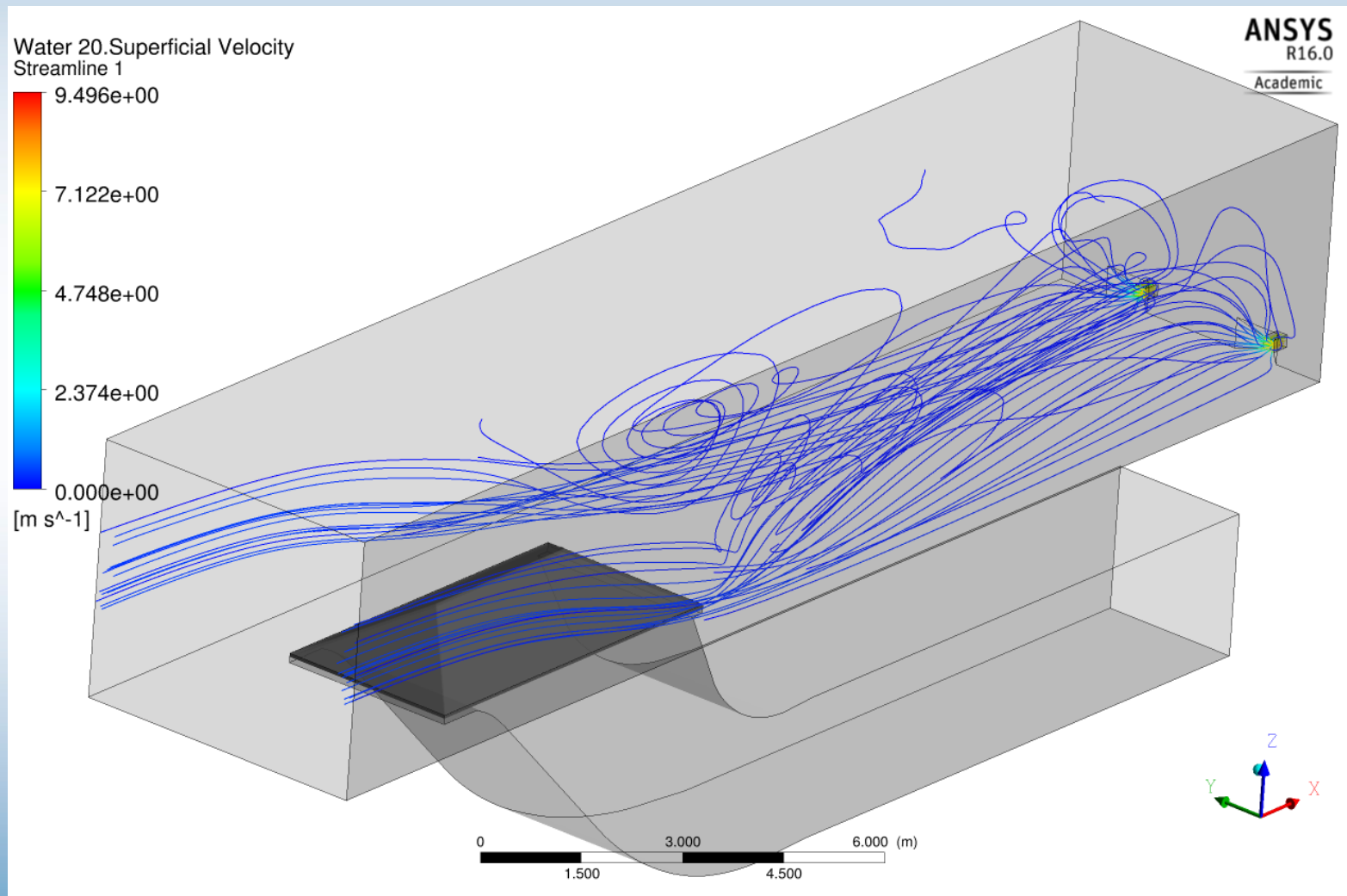
0.2m från botten

0.1m från botten

0.05m från botten

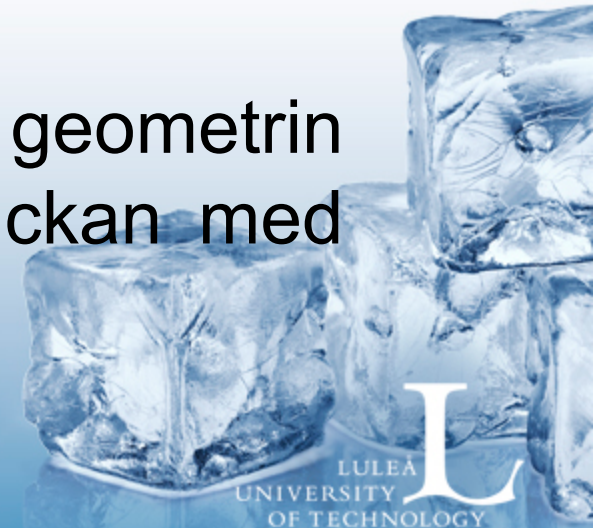


Streamlines bakåt från spilluckor



Sammanfattning

- Ett förslag på ett förbättrat intagsgaller har tagits fram som bör minska risken för att ålar kläms fast.
- Ett flertal olika utformningar på flyktvägar har simulerats.
- En relativt enkel förändring i geometrin minskar hastighetsgradienten vid luckan med endast marginell ökning av spill.



Möjligheter till utveckling

- Detaljerad studie av intagsgallret. Vinklar, hastigheter och fallförluster.
- Bättre koppling mellan ålars beteende och strömningsparametrar (hastigheter, gradient, turbulens).
- Utveckla simuleringsmodellen (LES, transient, fysiskt galler etc), validera med experimentell strömningsdata och fältförsök på ål.

